

Pengaruh Interaksi Kopel Atmosfer – Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia ^{*)}

Oleh :

Bayong Tjasyono HK.

Kelompok Keahlian Sains Atmosfer, Institut Teknologi Bandung

Sri Woro Budiarti Harijono

Badan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta

Ina Juaeni

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Bandung

Ruminta

Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran, Bandung

Abstract

The mixture of sea and land of the Indonesian islands creates a large variety of local climates. Most of the Indonesian people live directly or indirectly depend on the agriculture and land produces, so that climate elements such as rainfall are very important factors in their lives. Natural phenomena that influence the amount of rainfall is classified into El Niño, La Niña in the Pacific Ocean and Dipole Mode (+) or (-), in the Indian Ocean. El Niño/DM (+) cause the decrease and La Niña/DM (-) events cause the increase of rainfall amount. El Niño events lengthen dry season, so that rice planting will be very late.

Abstrak

Campuran laut dan darat kepulauan Indonesia menyebabkan variasi iklim lokal yang besar. Sebagian besar kehidupan penduduk Indonesia secara langsung atau tidak langsung bergantung pada hasil-hasil pertanian, sehingga unsur-unsur iklim seperti curah hujan merupakan faktor yang sangat penting bagi kelangsungan hidupnya. Fenomena alam yang mempengaruhi curah hujan dapat diklasifikasikan kedalam El Niño, La Niña di Osean Pasifik dan Dipole Mode (+) atau (-) di Osean Hindia. Peristiwa El Niño/DM (+) menyebabkan penurunan dan La Niña/DM (-) peningkatan jumlah curah hujan. Peristiwa El Niño memperpanjang musim kemarau, sehingga cocok tanam padi menjadi sangat terlambat.

*) Disampaikan pada Simposium Meteorologi Pertanian VII, 15 – 16 Januari 2008, Jakarta.

1. Pendahuluan

Iklim dibentuk dari interaksi 5 (lima) komponen lapisan bumi yaitu atmosfer (lapisan gas), hidrosfer (lapisan air), pedosfer (lapisan padat permukaan), kriosfer (lapisan es) dan biosfer (lapisan kehidupan). Lima komponen lapisan ini dimiliki oleh bumi Indonesia, misalnya kriosfer terdapat dipuncak gunung Jaya Wijaya (Papua). Diantara kelima komponen lapisan bumi maka atmosfer cepat tanggap terhadap radiasi matahari. Atmosfer erat hubungannya dengan biosfer. Perubahan vegetasi akan mempengaruhi albedo dan siklus hidrologi. Manusia juga bagian dari biosfer yang aktivitas dan ulahnya mempunyai dampak terhadap iklim lokal dan global.

Wilayah Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia dengan panjang garis pantai total 80.791 km^[1] yang diapit oleh Samudera Pasifik dan Hindia. Indonesia termasuk pada daerah ekuatorial yang dibatasi oleh lintang tempat 10⁰ U dan 10⁰ S atau daerah yang dibatasi oleh vortisitas bumi $f = 2 \Omega \sin \phi = 2,5 \times 10^{-5} \text{ S}^{-1}$, dengan Ω adalah kecepatan sudut rotasi bumi = $7,29 \times 10^{-5} \text{ rad.s}^{-1}$ dan ϕ adalah lintang tempat. Daerah ekuatorial menerima surplus energi disegala musim. Atmosfer ekuatorial tidak stabil secara konvektif untuk segala musim^[2].

Interaksi kopel atmosfer Samudera Pasifik menyebabkan peristiwa El Niño dan La Niña. El Niño adalah episode panas dan La Niña episode dingin samudera Pasifik tengah dan timur. Interaksi kopel atmosfer – samudera Hindia menyebabkan Dipole Mode (DM) positif jika temperatur permukaan laut (TPL) pantai timur Afrika lebih panas dan Dipole Mode (DM) negatif jika TPL pantai timur Afrika lebih dingin dibandingkan TPL pantai barat Sumatera. El Niño / DM (+) menyebabkan penurunan dan La Niña / DM (-) menyebabkan kenaikan jumlah curah hujan disebagian besar tempat-tempat di Indonesia.

2. Sumber Data

Data iklim yang dipakai adalah data curah hujan primer yang diamati di Kampus ITB, sekunder yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), dan dari informasi ilmiah^[3]. Data curah hujan bulanan dari beberapa stasiun selektif selama 40 tahun (1961 – 2000) diperoleh dari BMG. Fenomena alam yang mempengaruhi curah hujan di Indonesia yang disebabkan oleh variasi temperatur permukaan laut (TPL) Samudera Pasifik dan Hindia adalah El Niño / La Niña dan Dipole Mode (+) / (-) dan kondisi normal.

Tabel 1. Kejadian fenomena alam (El Niño / La Niña, DM (+) / (-)) dan kondisi normal^[3].

Tahun	Fenomena Alam dan Kondisi Normal	Tahun	Fenomena Alam dan Kondisi Normal
1961	El Niño / DM (+)	1981	Normal
1962	Normal	1982	El Niño / DM (+)
1963	El Niño / DM (+)	1983	El Niño
1964	La Niña / DM (-)	1984	DM (-)
1965	El Niño	1985	Normal
1966	Normal	1986	Normal
1967	El Niño / DM (+)	1987	El Niño
1968	Normal	1988	La Niña
1969	El Niño	1989	DM (-)
1970	La Niña / DM (-)	1990	Normal
1971	La Niña	1991	El Niño
1972	El Niño / DM (+)	1992	DM (-)
1973	La Niña	1993	El Niño
1974	Normal	1994	El Niño / DM (+)
1975	La Niña / DM (-)	1995	Normal
1976	El Niño	1996	DM (-)
1977	El Niño / DM (+)	1997	El Niño / DM (+)
1978	DM (-)	1998	DM (+)
1979	Normal	1999	La Niña
1980	Normal	2000	Normal

3. Fenomena Alam Samudera Pasifik dan Hindia

a. Peristiwa El Niño dan La Niña

Fenomena El Niño dan La Niña dapat menimbulkan bencana kekeringan (*drought*), banjir (*floods*) dan bencana lain yang dapat mengacaukan dan merusak pertanian, perikanan, lingkungan, kesehatan, kebutuhan energi, kualitas udara dan sebagainya. ENSO adalah fenomena alam yang muncul dari perangkai (kopel) interaksi atmosfer – osean di Samudera Pasifik Ekuatorial^[4]. El Niño (EN) sebagai komponen laut dan Osilasi Selatan (SO) sebagai komponen atmosfer dari fenomena ENSO.

Variabilitas iklim disebabkan oleh interaksi kompleks antara atmosfer, hidrosfer, kriosfer, litosfer dan biosfer. Usaha untuk memahami interaksi-interaksi ini terutama antara atmosfer dan laut difokuskan pada fenomena Osilasi Selatan tekanan udara antara Tahiti dan Darwin dengan fluktuasi tahunan antara fasa panas El Niño dan fasa dingin La Niña di Samudera Pasifik Ekuatorial bagian tengah dan timur. Episode El Niño dan Osilasi Selatan sering disebut peristiwa ENSO (*El Niño and Southern Oscillation*). ENSO pada tahun 1982 dan 1997 dimana fasa panas El Niño mencapai amplitudo besar menyebabkan bencana alam kekeringan di Pasifik Tropis sebelah barat, termasuk wilayah Indonesia dan bencana alam banjir di Pasifik Tropis sebelah timur seperti Peru dan Ekuador.

Istilah La Niña diberikan bila temperatur permukaan laut di Pasifik Tropis bagian tengah dan timur menjadi dingin, dimana angin pasat timuran menjadi sangat kuat. Kadang-kadang istilah “anti El Niño” dipakai sebagai pengganti La Niña, akan tetapi istilah anti El Niño sebaiknya jangan dipakai mengingat El Niño diartikan sebagai *The Christ Child* (anak Tuhan).

b. Dipole Osean Hindia

Fenomena Dipol Osean Hindia (*Indian Ocean Dipole*) dan ENSO mempunyai dampak terhadap curah hujan di Indonesia. Dalam keadaan normal terjadi konvergensi sirkulasi Walker (sirkulasi zonal) di atas wilayah Indonesia. Fenomena Dipol Osean Hindia disebabkan oleh interaksi atmosfer – laut di Samudera Hindia ekuatorial, dimana terjadi beda temperatur permukaan laut antara Samudera Hindia tropis bagian barat atau (pantai timur Afrika) dan Samudera Hindia tropis bagian timur atau pantai barat Sumatera^[5].

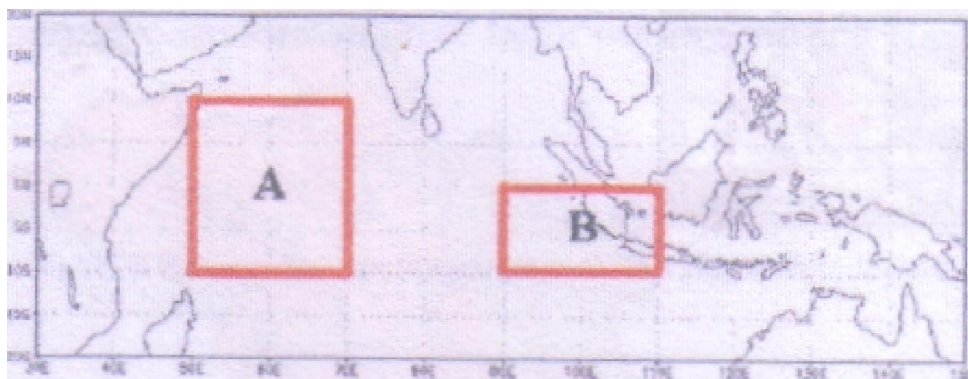
Indeks IOD (*Indian Ocean Dipole*) atau indeks DM (*Dipole Mode*) didefinisikan sebagai beda anomali temperatur permukaan laut (TPL) lintang 10° S – 10° U / bujur 50° – 70° T (kotak A) atau Samudera Hindia Ekuatorial bagian barat dan lintang 10° S – ekuator / bujur 90° – 110° T (kotak B) atau Samudera Hindia Ekuatorial bagian timur^[6]. Nilai indeks $> 0,35$ digolongkan sebagai IOD (+) dan $< -0,35$ digolongkan sebagai IOD (-).

c. Gerakan Kolam Panas

Model dasar interaksi osean–atmosfer adalah kenaikan temperatur permukaan laut (TPL) di Samudera Pasifik Ekuatorial oleh gerakan kolam panas (*warm pool*) ke

timur. Di atas kolam panas ini akan terjadi banyak penguapan dan konveksi kuat. Akibat konveksi dan gerak vertikal di atas kolam panas, terjadi pertumbuhan awan konvektif di atas kolam panas. Sistem konvektif ini menyebabkan angin pasat timuran (*easterly trade wind*) disebelah barat kolam panas (pusat anomali TPL) akan diperlemah, sebaliknya angin pasat disebelah timur pusat konvektif akan diperkuat.

Gerakan kolam panas ke arah timur dalam episode El Niño menyebabkan awan-awan konvektif bergerak ketimur sehingga angin pasat timuran menjadi angin baratan. Dalam episode El Niño terjadi subsidensi (gerak turun) udara atas di Pasifik barat termasuk Indonesia.



Gambar 1. Lokasi fenomena Dipol Osean Hindia. Kotak A : pantai timur Afrika dan Kotak B : pantai barat Sumatera.

4. Analisis Data dan Pembahasan

Dalam peristiwa El Niño terjadi subsidensi udara atas di Pasifik barat termasuk Indonesia, sehingga konveksi kurang aktif ketika tahun El Niño. Sebaliknya dalam peristiwa La Niña konveksi menjadi kuat di atas wilayah Indonesia. Pada umumnya jumlah curah hujan di bawah normal ketika tahun El Niño tetapi di atas normal ketika tahun La Niña. Peristiwa El Niño dan La Niña menyebabkan variasi non musiman di wilayah Indonesia^[17].

Fenomena Dipol Osean Hindia (*Indian Ocean Dipole*, IOD atau Dipole Mode, DM) adalah interaksi atmosfer – laut di Samudera Hindia Equatorial bagian barat dan bagian timur, yaitu beda temperature permukaan laut (TPL) di pantai timur Afrika dan pantai barat Sumatera^[15,16]. Ketika IOD (+), konveksi di Samudera Hindia bagian timur lebih lemah ketimbang di Samudera Hindia bagian barat. Sebaliknya, ketika IOD (-), konveksi di Samudera Hindia bagian timur lebih kuat dari pada di Samudera Hindia bagian barat.

Musim kemarau didefinisikan sebagai periode dimana jumlah curah hujan bulanan kurang dari 150 mm dan sebaliknya adalah musim hujan^[19]. Definisi ini mengharuskan bahwa musim pancaroba ke 1 dan ke 2 di Indonesia sebagian masuk dalam musim kemarau dan sebagian masuk dalam musim hujan.

Dari data 1961 – 2000, diperoleh frekuensi kejadian El Niño (37,5%) dan La Niña (17,5%) di Samudera Pasifik Ekuatorial dan keadaan normalnya adalah (45%). Frekuensi kejadian IOD (+) dan IOD (-) di Samudera Hindia Ekuatorial masing-masing adalah 22,5% dan 20,0%, sedangkan keadaan normalnya adalah 57,5%. Kondisi normal di Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial lebih sering dari pada gejala alamnya (El Niño, La Niña, IOD (+), dan IOD (-)). Ini berarti kondisi jungkat-jungkit (*seesaw*) memanas dan mendingin Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial lebih jarang dari pada kondisi normalnya.

Tabel 2, menunjukkan jumlah bulan dengan curah hujan lebih kecil 150 mm pada tahun El Niño bersamaan (IOD (+) dan La Niña bersamaan IOD (-) untuk Stasiun Indonesia bagian barat, tengah dan timur. Seluruh stasiun hujan yang ditinjau menunjukkan bahwa jumlah bulan dengan curah hujan kurang dari 150 mm dalam fenomena El Niño bersamaan IOD (+) lebih besar dibandingkan dalam tahun-tahun La Niña bersamaan IOD (-).

Tabel 2. Jumlah bulan rata-rata dengan curah hujan lebih kecil 150 mm (1961–2000).

Stasiun Hujan	Fenomena El Nino, IOD (+)	Fenomena La Nina, IOD (-)
Indonesia Bagian Barat		
Aceh	8,2	8,1
Padang	2,8	1,9
Medan	6,0	5,0
Jakarta	7,5	6,9
Indonesia Bagian Tengah		
Banjarmasin	6,0	3,1
Pontianak	3,3	1,7
Pangkal Pinang	5,9	3,3
Madiun	7,1	6,1
Indonesia Bagian Timur		
Ujung Pandang	6,9	4,7
Manado	4,9	1,9
Sentani	7,0	6,9
Sorong	5,4	2,4

Tabel 3a dan 3b, menunjukkan jumlah curah hujan musiman dan tahunan dalam fenomena El Niño / IOD (+) dan La Niña / IOD (-) untuk sampel tipe hujan monsunal (Jakarta) dan tipe hujan ekuatorial (Pontianak). Pengaruh fenomena El Niño / IOD (+) adalah jumlah curah hujan tahunan dan JJASON menurun baik untuk tipe monsunal maupun ekuatorial dibandingkan dalam fenomena La Nina/ IOD (-). Menurunnya jumlah curah hujan disebabkan Samudera Pasifik Ekuatorial Barat dan Samudera Hindia Ekuatorial Timur (atau perairan di sekitar Indonesia) mendingin, sehingga konveksi di atas wilayah Indonesia lemah, sedangkan di Samudera Pasifik Ekuatorial Timur dan Hindia Ekuatorial barat memanas pada tahun-tahun El Niño / IOD (+), sehingga di wilayah ini konveksi menjadi kuat.

IOD (*Indian Ocean Dipole*) atau DM (*Dipole Mode*) memberi dampak terhadap curah hujan di Sumatera barat. Ketika IOD (+), wilayah Sumatera Barat pada umumnya memiliki curah hujan di bawah normal yaitu < 85% dari rata-rata curah hujan periode normalnya (rata-rata selama 30 tahun). Sedangkan pada saat IOD (-) curah hujan di Sumatera barat mengalami peningkatan dari periode normalnya yang terjadi pada bulan JJA (Juni–Juli–Agustus) dan SON (September–Oktober–November). Jadi IOD (-) mempercepat datangnya musim hujan dan IOD (+) memperpanjang musim kemarau^[7].

Tabel 3a. Curah hujan musiman (mm) ketika fenomena El Niño bersamaan IOD (+).

Tahun	El Niño / IOD (+)	J A K A R T A				P O N T I A N A K			
		DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON
1961	El Niño / IOD (+)	977	573	41	92	529	1021	195	734
1963	El Niño / IOD (+)	1169	517	68	76	909	772	534	624
1965	El Niño	1145	484	91	242	489	760	361	1008
1967	El Niño / IOD (+)	1201	423	6	276	1037	910	214	1135
1969	El Niño	467	507	100	380	847	1199	1464	1382
1972	El Niño / IOD (+)	937	714	93	44	814	641	312	778
1976	El Niño	938	577	187	260	582	472	502	952
1977	El Niño / IOD (+)	1478	697	176	152	786	847	759	852
1982	El Niño / IOD (+)	773	207	159	54	712	652	241	1075
1983	El Niño	777	550	89	305	1272	795	829	1265
1987	El Niño	1274	298	59	265	719	1332	772	958
1991	El Niño	732	541	4	160	599	424	222	574
1993	El Niño	832	554	293	277	567	879	387	607
1994	El Niño / IOD (+)	801	624	78	73	961	584	392	587
1997	El Niño / IOD (+)	626	312	2	156	457	646	523	491
Rata-rata musiman		942	505	96	188	752	796	514	868
Rata-rata tahunan		1731 mm				2930 mm			

Tabel 4, menunjukkan jumlah bulan dengan curah hujan $R < 150$ mm yang pada tahun-tahun IOD (+) lebih besar (3,7) dibandingkan pada tahun-tahun IOD (-) yaitu sebesar 2,4. Pada tahun-tahun IOD (+), temperatur permukaan laut di Samudera Hindia bagian timur (pantai barat Sumatera) mendingin sehingga konveksi lemah. Sedangkan pada fenomena IOD (-), temperatur permukaan laut di Samudera Hindia bagian timur memanas, sehingga konveksi kuat akibatnya jumlah curah hujan meningkat atau jumlah bulan dengan $R < 150$ mm mengecil.

Tabel 3b. Curah hujan musiman (mm) ketika fenomena La Niña bersamaan IOD (-).

Tahun	La Niña / IOD (-)	J A K A R T A				P O N T I A N A K			
		DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON
1964	La Niña / IOD (-)	376	383	194	344	877	788	471	1095
1970	La Niña / IOD (-)	1085	533	171	393	901	1109	1076	1340
1971	La Niña	914	438	317	326	536	429	596	1556
1973	La Niña	908	731	168	415	1024	868	831	1272
1975	La Niña / IOD (-)	552	394	224	530	966	643	447	902
1988	La Niña	805	423	104	301	540	1021	852	1061
1999	La Niña	649	172	225	524	785	596	505	789
Rata-rata musiman		756	439	201	405	804	779	683	1145
Rata-rata tahunan		1801 mm				3411 mm			

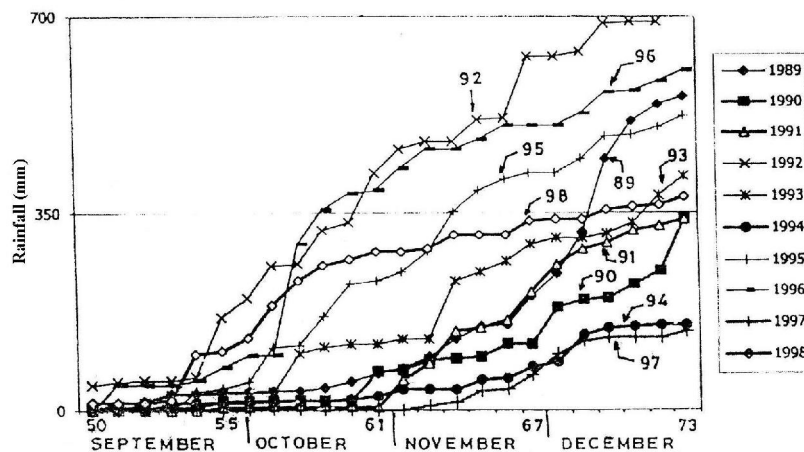
Tabel 4. Jumlah bulan dengan curah hujan lebih kecil 150 mm pada tahun-tahun IOD (*Indian Ocean Dipole*) di Stasiun Padang, Sumatera Barat (1961 – 2000).

Tahun	Fenomena IOD (+)	Tahun	Fenomena IOD (-)
1961	6	1964	8
1963	6	1970	0
1967	3	1975	1
1972	0	1978	1
1977	1	1984	1
1982	4	1989	4
1994	5	1992	1
1997	7	1996	3
1998	1		
Rata-rata : 3,7		Rata-rata : 2,4	

Jumlah curah hujan dalam periode transisi antara bulan-bulan kering dan musim hujan sangat penting dalam pertanian. Efek curah hujan dalam periode transisi adalah memberikan kelembapan tanah setelah mengalami kekeringan selama musim

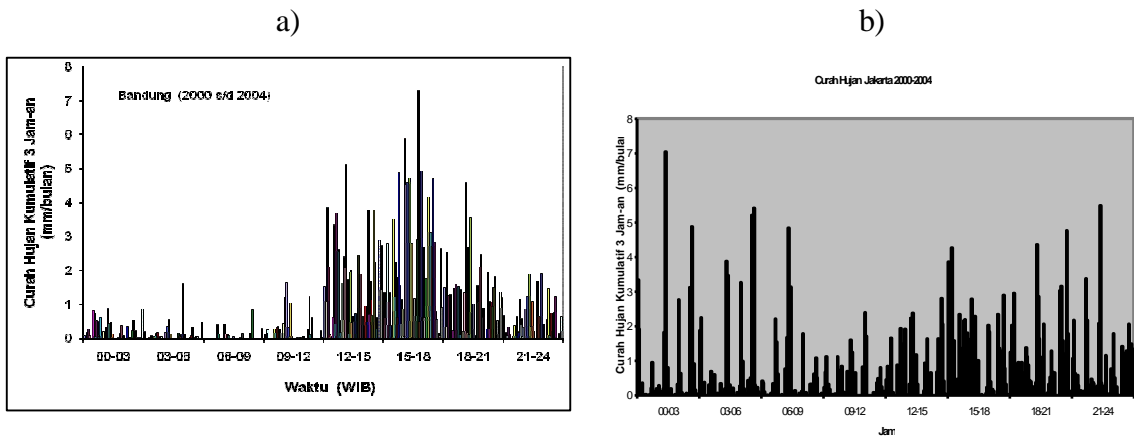
kemarau. Diambil 1 September atau pentad (5 hari) ke 50 sebagai permulaan periode transisi di area Jawa Barat. Diusulkan bahwa jumlah curah hujan kumulatif pada paras (*level*) 350 mm adalah kriteria yang cocok untuk menunjukkan akhir periode transisi. Kriteria 350 mm, terutama memperhitungkan budaya bercocok tanam padi, dimana jumlah curah hujan 350 mm ini setelah pentad ke 50, tanah pada umumnya cukup lembap sehingga petani menyiapkan benih untuk tanam padi musim hujan^[8].

Sifat hujan dinyatakan dalam durasi periode transisi yaitu lamanya waktu yang diperlukan setelah pentad ke 50 sehingga jumlah curah hujan mencapai suatu paras 350 mm. Gambar 2, menunjukkan curah hujan kumulatif dari pentad ke 50 sampai pentad ke 73 untuk area Jakarta. Peristiwa El Niño menyebabkan periode transisi lebih panjang dibandingkan rata-ratanya, seperti El Niño 1997. Dengan demikian, El Niño memperpanjang musim kemarau atau memperpendek musim hujan yang berarti bahwa bercocok tanam padi sangat terlambat karena jumlah curah hujan kumulatif 350 mm dicapai sangat terlambat^[9].



Gambar 2. Curah hujan kumulatif dari pentad ke 50 (3 September) sampai pentad ke 73 (31 Desember) di Jakarta.

Troposfer di atas Indonesia secara konvektif tidak stabil untuk segala musim sehingga awan-awan konvektif lebih dominan di Indonesia^[2]. Kebanyakan curah hujan konveksional terjadi setelah insolasi maksimum. Hujan ini berasal dari awan konvektif jenis cumulus yang disebabkan oleh ketidakstabilan troposfer melalui gaya apung konveksional. Hujan konveksional biasanya berlangsung sekitar satu jam atau kurang, lihat gambar 3a.



Gambar 3. Curah hujan konveksional (a) di Bandung, dan (b) di Jakarta¹⁰

Laut mempunyai kapasitas panas lebih besar dibandingkan darat, sehingga laut lambat panas jika ada insolasi dan lambat dingin jika tidak ada insolasi. Karena itu ketika malam hari, konveksi di laut meningkat yang menghasilkan hujan konveksional pada tengah malam sampai pagi hari, lihat gambar 3b. Awan konvektif jenis cumulonimbus dapat menghasilkan hujan deras (*shower*), puting beliung (*tornado*), batu es (*hailstone*) dan petir, lihat gambar 4.



Gambar 4. Batu es di Wamena, Papua terjadi pada 3 Desember 2007 (Foto Metro TV)

5. Kesimpulan

- Frekuensi kejadian El Niño dan La Niña di Samudera Pasifik Ekuatorial kurang sering dibandingkan kondisi normalnya. Demikian juga frekuensi kejadian IOD (*Indian Ocean Dipole*) baik IOD (+) maupun IOD (-) di Samudera Hindia Ekuatorial menunjukkan kejadian kurang sering dibandingkan kondisi normalnya.

- Jumlah bulan dengan curah hujan kurang dari 150 mm dalam fenomena El Niño bersamaan IOD (+) lebih besar dibandingkan dalam tahun-tahun La Niña bersamaan IOD (-).
- Pengaruh fenomena El Niño / IOD (+) adalah penurunan jumlah curah hujan tahunan dan musiman terutama Juni – Juli – Agustus (JJA) dan September – Oktober – November (SON) baik untuk tipe hujan monsunal maupun tipe hujan ekuatorial. Sebaliknya La Niña dan IOD (-) menyebabkan kenaikan jumlah curah hujan.
- Peristiwa El Niño memperpanjang musim kemarau atau memperpendek musim hujan yang berarti bahwa bercocok tanam padi sangat terlambat.

Pustaka

1. Dewan Hamkannas, 1996. Benua Maritim Indonesia, BPPT, ISBN 979-95038-1, Jakarta.
2. Bayong Tjasyono HK., 2007. Meteorology in Indonesian Region, Workshop on Validation of ASEAN Regional Climate Model, BMG, Indramayu, West Java.
3. Yamagata, T., Swadhin K. Behera, S. A. Rac, Zhooyong Guan, Karamuri A., and H. N. Saji, 2002. The Indian Dipole, A. Physical Entity Exchanges No. 24, Southamton UK.
4. Trenberth, K. E., 1996. El Niño - Southern Oscillation Workshop on ENSO and Monsoon, ICTP, Trieste, Italy.
5. Yamagata, T., Lizuka, S. And Matsura, T., 2000. Successful Reproduction of the Dipole Mode Phenomenon in the Indian Ocean Using a Model – Advance toward the Prediction of Climate Change, Geophysical Research Letter.
6. Saji, N. H., B. N. Goswani, P. N. Vinayachandran, and T. Yamagata, 1999. A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean, Nature Vol. 401, 360-363.
7. Eva Gusmira, 2005. Pengaruh Dipole Mode terhadap angin zonal dan curah hujan di Sumatera Barat, Tesis Magister bidang Sains Atmosfer, ITB, Bandung.

8. Schmidt, F. H. And J. V. der Vecht, 1952. East monsoon fluctuation in Java and Madura during the period 1880 – 1940. Verhandelingen No. 43, Jakarta.
9. Bayong Tjasyono HK., 2006. Impact of El Niño on rice planting in the Indonesian monsoonal areas, the International Workshop on Agrometeorology, BMG, Jakarta.
10. Ina J., dan Bayong Tjasyono HK., 2005. Analisis Variabilitas Curah hujan diurnal di Jakarta, Bogor dan Bandung untuk mengidentifikasi proses konveksi. Prosiding Seminar Nasional Dies ke 50 FMIPA – UGM, Yogyakarta.